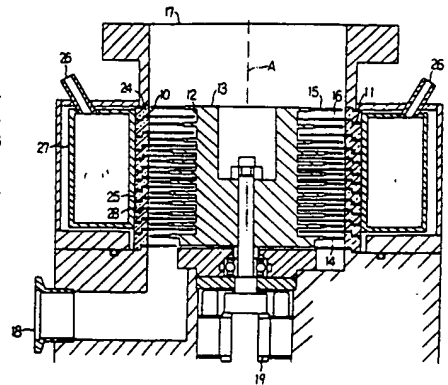


**(54) TURBO-MOLECULAR PUMP AND OPERATING METHOD THEREOF**

(11) 61-25994 (A) (43) 5.2.1986 (19) JP  
(21) Appl. No. 59-144391 (22) 13.7.1984  
(71) ULVAC CORP (72) TOSHIO KUSUMOTO(2)  
(51) Int. Cl. F04D19/04

**PURPOSE:** To aim at the promotion of increment in a vane velocity ratio and a compression ratio of a pump, by cooling a part supporting a stator vane in a stator with liquid nitrogen so deeply, while lowering gas temperature in a gas molecule colliding with the stator vane.

**CONSTITUTION:** At the time of operating a turbo-molecular pump, liquid nitrogen is housed in a vessel 27 via a liquid nitrogen port 26. With this liquid nitrogen, a spacer 24 supporting a stator vane 16 in a stator is cooled so deeply, and furthermore the stator vane 16 related to this spacer in terms of heat transmission is also cooled deeply, then a rotor 13 is rotated at high speed by rotation of a motor 19. Thus, the stator vane 16 is deeply cooled whereby gas temperature in a gas molecule colliding with the vane 16 is dropped to some extent, therefore a vane velocity ratio of the turbo-molecular pump is increased so that its compression ratio is also increased in consequence.



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

⑨ 日本国特許庁 (J P)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A) 昭61-25994

⑮ Int. Cl.<sup>4</sup>  
F 04 D 19/04

識別記号 庁内整理番号  
6649-3H

⑬ 公開 昭和61年(1986)2月5日

審査請求 未請求 発明の数 2 (全5頁)

⑭ 発明の名称 ターボ分子ポンプおよびその運転方法

⑰ 特 願 昭59-144391

⑱ 出 願 昭59(1984)7月13日

⑲ 発 明 者 楠 本 淑 郎 茅ヶ崎市東海岸南2-4-48 コーポ湘南2号  
⑲ 発 明 者 山 川 洋 幸 茅ヶ崎市浜之郷359-11  
⑲ 発 明 者 寺 澤 寿 浩 平塚市根坂間263の1 コーポやわら203  
⑲ 出 願 人 日本真空技術株式会社 茅ヶ崎市萩園2500番地  
⑲ 代 理 人 弁理士 八木田 茂 外2名

明 細 書

1 発明の名称

ターボ分子ポンプおよびその  
運転方法

2 特許請求の範囲

1 ターボ分子ポンプを運転する際に、ターボ分子ポンプのステータのうちの、ステータ羽根を支持する部分を、実質上液体窒素の沸点またはこれよりも低い温度まで冷却することを特徴とするターボ分子ポンプの運転方法。

2 ターボ分子ポンプのステータのうちの、ステータ羽根を支持する部分に、液体窒素またはこれよりも沸点の低い深冷液体のジャケットを配備したことを特徴とするターボ分子ポンプ。

3 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、ターボ分子ポンプおよびその運転方法に関する。

(従来の技術)

ターボ分子ポンプは、JIS Z 8127-1981

に説明され、また石井博著「真空ポンプ」(真空技術講座第2巻、昭和40年2月25日初版、日刊工業新聞社発行)およびジョンF.オハロン著、野田保他2名訳「真空技術マニュアル」(昭和58年7月30日初版、産業図書株式会社発行)に開示されているように、タービン形の羽根を持つロータおよびステータからなる分子ポンプであつて、分子流領域での気体輸送に特に有効な、運動量輸送式真空ポンプの1種である。

その1例の一般的構造について、図1図を参照しながら説明すると、円筒状内面10を有するステータ11の中に、円筒状外面12を有するロータ13が、ステータと同一の垂直軸線Aを有するように収容される。ステータ11の内面10とロータ13の外面12との間の環状断面のポンプ空間14の中には、ロータ外面12から半径方向外向きに多くのロータ羽根15が突出し、ステータ内面10から半径方向内向きに多くのステータ羽根16が突出する。ロータ羽根15は、軸線方向に順次相離れたいくつかの段(図示の例では12

段)として配列され、ロータ羽根/5の各段は、周方向に等間隔に順次相離れた多くのロータ羽根/5からなる。ステータ羽根/6は、軸線方向にロータ羽根/5の段と1つ置き配置で順次相離れたいくつかの段(図示の例では/2段)として配列され、ステータ羽根の各段も、周方向に等間隔に順次相離れた多くのステータ羽根/6からなる。ステータ/1には、ポンプ空間/4の上方に連通する吸気口/7と、ポンプ空間/4の下方に連通する排気口/8とが取付けられる。ロータ/3は、モータ/9に連結され、モータ/9の駆動によつて軸線Aを中心として高速回転する。

第2図には、ポンプ空間/4におけるロータ羽根/5およびステータ羽根/6の配置の1部分が展開図示される。第2図において、矢印Bは、吸気口/7から排気口/8へ向う気体輸送方向を示し、矢印Cは、ロータ/3が回転するときロータ羽根/5が進行する方向を示す。この図には、いくつかのロータ羽根段のうちの2段といくつかのステータ羽根段のうちの2段とが図示され、ま

た各羽根段に含まれる多くの羽根のうちの各5個が図示される。各羽根/5、/6は平組な一枚板であつて、気体輸送方向Bおよびロータ羽根進行方向Cに対して傾斜するように指向される。詳しく言えば、ロータ羽根/5は、その気体輸送方向Bと反対方向の縁すなわち吸気口/7の側の縁20が、ロータ羽根進行方向Cについて、気体輸送方向Bの縁すなわち排気口/8の側の縁21よりも先行するように指向され、また、ステータ羽根/6は、気体輸送方向Bの縁すなわち排気口/8の側の縁22が、ロータ羽根進行方向Cについて、気体輸送方向Bと反対方向の縁すなわち吸気口/7の側の縁23よりも先行するように指向される。

このような羽根/5、/6の配置によれば、ロータ/3を例えば毎分20,000〜60,000回転させたときに、特に分子流領域において、ロータ羽根/5およびステータ羽根/6の表面に衝突する気体分子が、衝突の際に、主として吸気口/7の側から排気口/8の側へ向うような運動量

を受け、これによつて、全体としてBで示したような方向に、気体が圧縮されながら輸送される。(発明が解決しようとする問題点)

上述したターボ分子ポンプは、従来、特に水素のような分子量の小さい軽量気体に対する圧縮比(すなわち、排気側圧力/吸気側圧力)が著しく小さく、従つて、輸送すべき気体が軽量気体を含有していれば、ターボ分子ポンプの吸気側で到達できる最低圧力が、軽量気体の小さな圧縮比に支配されて、十分に低くはならない、という欠点を有する。この欠点を除去するために、ロータの回転速度を上げてロータ羽根の進行速度を大にし、これによつて圧縮比を増大させることも考えられるが、前述したようにロータの回転速度はすでにかなり大きいので、これをさらに増大させることは、ロータの強度、軸受の強度、モータのトルク、モータの制御などの点で制約を受けて、實際上、技術的に困難である。

(問題点を解決するための手段)

上述した従来の欠点を解決するために、この発

明では、

「気体分子の分子量を $m$ 、ボルツマンの常数を $k$ 、気体の絶対温度を $T$ としたときに、気体分子の最確速度 $V_g$ は

$$V_g = \sqrt{2kT/m}$$

で与えられ、ターボ分子ポンプにおいては、ロータ羽根の進行速度を $V_g$ としたときに

$$S = V_b/V_g = V_b/\sqrt{2kT/m}$$

で定義される羽根速度比 $S$ と、圧縮比 $K$ との間に、通常採用されるロータ速度および通常の気体については

$$K \approx \exp(as), \quad a \text{ は正の常数}$$

が成立つて、 $S$ を増大させれば $K$ も増大する」という公知の関係が利用される。この関係によれば、ロータの回転速度を上げてロータ羽根の進行速度 $V_b$ を上昇させる代わりに、気体の絶対温度 $T$ を低下させても圧縮比 $K$ が増大することが判る。気体の絶対温度 $T$ を低下させる手段としては、気体分子が衝突するステータ羽根またはロータ羽根を冷却することが考えられ、これら両者を共に冷

却すればさらに望ましいが、実際上は、ロータ羽根を冷却するようにしたとすると、ロータに霜が付着してその動力学的平衡が失なわれるおそれがある。従つてステータ羽根を冷却することが、この発明では採用される。

実際上、ステータ羽根の冷却は、ステータのうちの、ステータ羽根を支持する部分を冷却することによつて達成でき、冷却媒体としては、装置の構造が簡単で操作が容易であるという点から見て、また十分に低い温度に冷却できるという点から見て、液体窒素またはこれよりも沸点の低い深冷液体を利用することが適切である。また適当なガス冷却式の冷凍機も利用できる。

かくして、この発明によれば、前述したような従来の欠点を除去するために、

第1には、「ターボ分子ポンプを運転する際に、ターボ分子ポンプのステータのうちの、ステータ羽根を支持する部分を、実質上液体窒素の沸点またはこれよりも低い温度まで冷却することを特徴とするターボ分子ポンプの運転方法」が提供され、

第2には、「ターボ分子ポンプのステータのうちの、ステータ羽根を支持する部分に、液体窒素またはこれよりも沸点の低い深冷液体のジャケットを配備したことを特徴とするターボ分子ポンプ」が提供される。

#### (作用)

上述したようなこの発明によるターボ分子ポンプの運転方法およびターボ分子ポンプによれば、ステータのうちの、ステータ羽根を支持する部分が、液体窒素またはこれよりも沸点の低い深冷液体によつて、少くとも液体窒素の沸点77Kより低い深冷状態まで実質上冷却され、従つてこの部分で支持されるステータ羽根も同じ程度まで深冷される。よつて、ターボ分子ポンプによつて輸送される気体は、その分子がステータ羽根に衝突する際に冷却されて、その絶対温度が低下し、これによつて、気体分子の最速速度  $v_g$  が低下し、羽根速度比  $\beta$  が増大し、圧縮比  $\kappa$  も増大する。かくして、ターボ分子ポンプの吸気側で到達できる最低圧力が低くなる。

#### (実施例)

この発明によるターボ分子ポンプの実施例は、第1図および第2図について前述したと全く同様の一般的構造を有する。この発明によれば、ステータ11のうちの、ステータ羽根16を支持しかつこれに良好な熱伝達関係で密着する部分、例えばスペーサ24、の外面25に外ねじが形成される。液体窒素出入口26を有する円環状の液体窒素容器27の内側面28には、内ねじが形成され、容器27は、前記外ねじと内ねじのねじ係合によつて、スペーサ24に良好な熱伝達関係で取付けられる。上述の液体窒素容器27は液体窒素のジャケットを構成する。

上述したターボ分子ポンプを作動させる際には、液体窒素出入口26を介して液体窒素を容器27の中に収容して、この液体窒素によつてスペーサ24を深冷し、さらにこれと熱伝達関係にあるステータ羽根16を深冷し、モータ19の作動によつてロータ13を高速回転させる。かくすると、気体は吸気口17から排気口18へ向つて圧縮さ

れながら輸送される。その際、ステータ羽根16が冷却されているので、高い圧縮比を得ることができる。

かかるターボ分子ポンプにおいて、液体窒素の代りに、これよりも沸点の低い深冷液体例えば液体ヘリウムを採用しても同様の効果が得られることは明らかである。また、ステータの表面を粗にしておけば、気体の冷却効果がさらに良くなる。

#### (発明の効果)

この発明によるターボ分子ポンプおよびその運転方法によれば、液体窒素またはこれよりも沸点の低い深冷液体によつて、ステータ羽根を支持するステータ部分を介してステータ羽根が深冷されるから、ステータ羽根に衝突する気体分子の気体温度が低下する。気体温度の低下によつてターボ分子ポンプの前述した羽根速度比  $\beta$  が増大し、これに伴つて圧縮比  $\kappa$  も増大する。

かくして、この発明によると、従来よりも大きな圧縮比がターボ分子ポンプにおいて達成され、このことは水素のような軽気体についても成立

つ。故に微量気体を含有するような気体についても、ターボ分子ポンプの吸気側で到達できる最低圧力が従来よりも低くできる。

実験的に見出した処によれば、直径0.1m、ロータ羽根12段、ステータ羽根12段、回転数が毎分50,000回のターボ分子ポンプにおいて、そのステータ羽根支持部分を第1図のような配備のジャケット（容器）に液体窒素を収容して、水素気体の輸送を行なった場合に、圧縮比は、液体窒素による冷却を行なわない従来約10<sup>3</sup>と比べて、分子流領域で約45~105倍だけ増大した。なお、この際にターボ分子ポンプの排気速度は約1.4~1.8倍だけ従来のもより増大した。

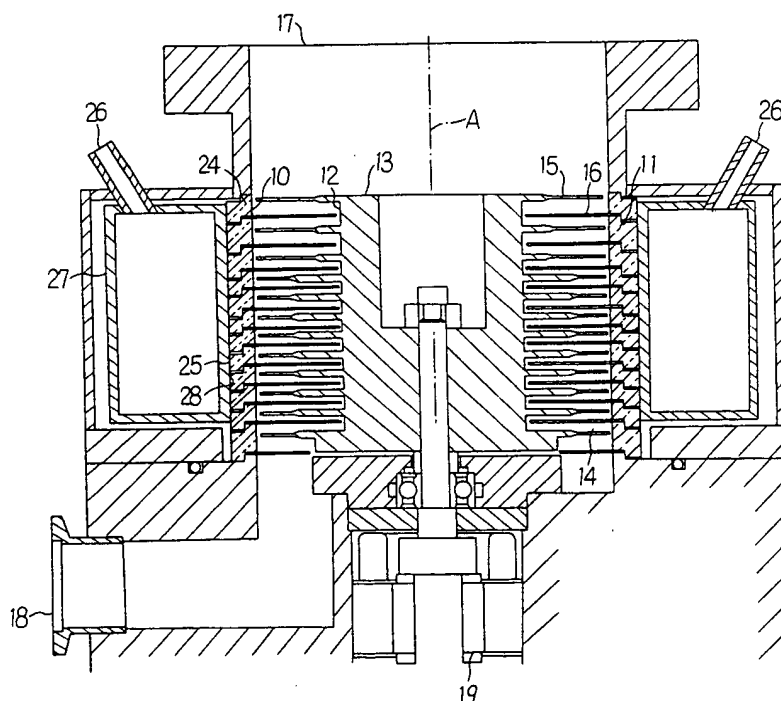
#### 4 図面の簡単な説明

第1図はこの発明によるターボ分子ポンプの実施例の垂直断面図、第2図は第1図のターボ分子ポンプにおけるポンプ空間の中のロータ羽根およびステータ羽根の配置を示す図である。

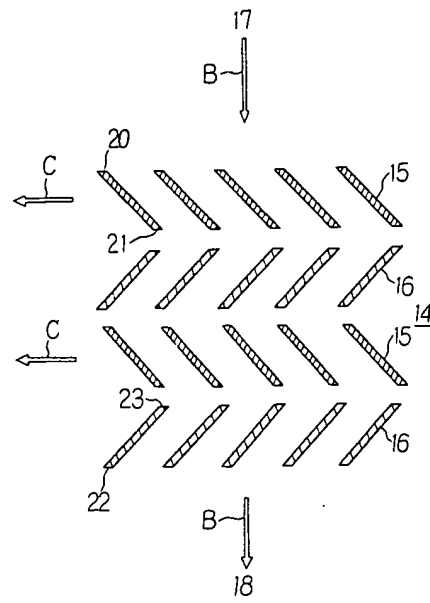
図において、11はステータ、13はロータ、15はロータ羽根、16はステータ羽根、17は

吸気口、18は排気口、24はステータ羽根を支持する部分、27は深冷液体のジャケットを示す。

第1図



第2図



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**